

PUB-NO: DE019730973A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 19730973 A1

TITLE: IC engine management method

PUBN-DATE: March 18, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
WENZLAWSKI, KLAUS DR	DE
HEINITZ, DIRK	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SIEMENS AG	DE

APPL-NO: DE19730973

APPL-DATE: July 18, 1997

PRIORITY-DATA: DE19730973A (July 18, 1997)

INT-CL (IPC): F02D043/00, F02D021/08 , F02M025/07 , F02B037/12

EUR-CL (EPC): F02D021/08 ; F02D041/14

ABSTRACT:

CHG DATE=19990702 STATUS=O>A method of managing an internal combustion (IC) engine equipped with a revs detector (24) which determines the number (N) of revolutions of the crankshaft, and an intake manifold (1), in which a compressor (10), an air-mass meter (12), a pressure sensor (13) and a temperature sensor (14) are arranged, and including an exhaust-gas return valve (51) in an exhaust gas return device (5). A desired value (m EGR-SP) of a fed-back exhaust gas mass flow is determined dependent on at least one operating variable. An actual value (m EGR-AV) of the fed-back exhaust gas mass flow is calculated according to the equation $m \text{ EGR} = V/R \cdot TL \cdot \Delta pL - mFG + mCYL$, in which R is the gas constant of the charge air, V is the volume of the intake manifold (1) down-stream of the compressor (10) and mCYL is a mass-flow into one cylinder (20) of the IC engine, which is determined from performance data depending on the charge pressure (pL) and the revs (N). Delta pL is the time derivative of the charge pressure (pL) which is determined by numerical differentiation of the measured charge pressure (pL). An actuating signal is determined for the exhaust-gas return valve (51) dependent on the desired value (m EGR-SP) and the actual value (m EGR-AV) of the fed-back exhaust gas mass flow.



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 197 30 973 A 1

51 Int. Cl.⁶:
F 02 D 43/00
F 02 D 21/08
F 02 M 25/07
F 02 B 37/12

21 Aktenzeichen: 197 30 973.9
22 Anmeldetag: 18. 7. 97
43 Offenlegungstag: 18. 3. 99

DE 197 30 973 A 1

71 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

72 Erfinder:
Wenzlawski, Klaus, Dr., 90429 Nürnberg, DE;
Heinitz, Dirk, 93152 Deckelstein, DE

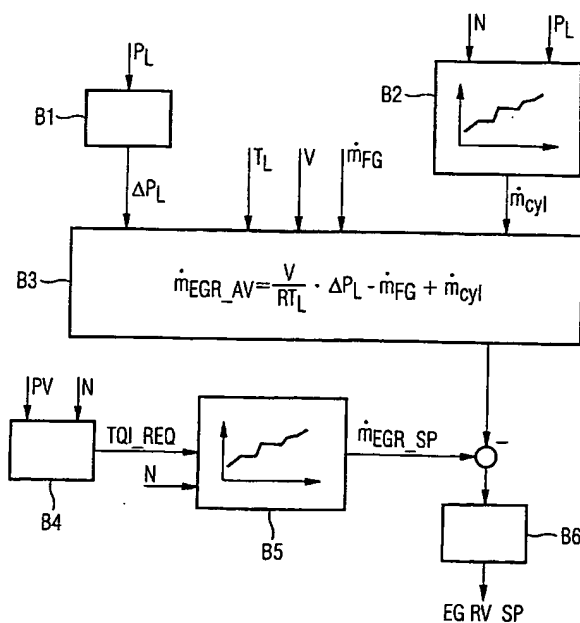
56 Entgegenhaltungen:
DE 1 96 15 545 C1
DE 1 96 20 039 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine

57 Ein Sollwert ($\dot{m}_{\text{EGR_S}}$) eines rückgeführten Abgasmassenstroms wird abhängig von mindestens einer Betriebsgröße ermittelt. Ein Istwert ($\dot{m}_{\text{EGR_AV}}$) des rückgeführten Abgasmassenstroms wird aus der Zustandsgleichung idealer Gase abhängig von einem Luftmassenstrom (\dot{m}_{L}), einem Massenstrom (\dot{m}_{CYL}) in einem Zylinder (30), von einer Ableitung eines Ladedrucks (p_L) und einer Ladelufttemperatur (T_L) ermittelt. Ein Stellsignal für ein Abgasrückführventil (52) wird abhängig von dem Sollwert und dem Istwert des rückgeführten Abgasmassenstroms ermittelt.



DE 197 30 973 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Ein Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine ist aus der DE 196 15 545 C1 bekannt. Die Brennkraftmaschine umfaßt einen Ansaugtrakt mit einem Verdichter, einen Abgastrakt mit einer Turbine und eine Abgasrückföhr-einrichtung mit einem Abgasrückföhrrohr und einem Abgasrückföhrventil. In dem Ansaugtrakt ist ferner ein Luftmassenmesser, der einen Luftmassenstrom erfäßt, und ein Drucksensor, der den Ladedruck in dem Ansaugtrakt erfäßt, und ein Temperatursensor, der die Ladelufttemperatur erfäßt, angeordnet. Ein Sollwert des Luftmassenstroms wird abhängig von der Drehzahl, der Motorlast und der Ladelufttemperatur bestimmt. Ein Regler ist vorgesehen, dessen RegelgröÖe der Luftmassenstrom ist und dem als Stellglied das Abgasrückföhrventil zugeordnet ist.

Durch rückgeföhrtes Abgas wird die Verbrennungs-Spitzen-temperatur während der Verbrennung des Luft-Kraftstoff Gemisches im Brennraum eines Zylinders der Brennkraftmaschine gesenkt. Je höher der Anteil des rückgeföhrten Abgases ist, desto mehr wird der Ausstoß an Stickoxiden reduziert. Der Wirkungsgrad der Brennkraftmaschine steigt mit der Menge des rückgeföhrten Abgases, da weniger Wärme an die Zylinderwände abgegeben wird und Pump-verluste verringert werden.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine zu schaffen, bei dem eine genaue und präzise Abgasrückföhrung auch im instationären Betrieb der Brennkraftmaschine gewährleistet ist.

Die Erfindung wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche 1 und 2 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im folgenden unter Bezugnahme auf die schematischen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Brennkraftmaschine mit einer Steuereinrichtung zum Durchföhren des erfindungsgemäÖen Verfahrens und

Fig. 2 ein Blockschaltbild des erfindungsgemäÖen Verfahrens.

Eine Brennkraftmaschine (Fig. 1) umfaßt einen Ansaugtrakt 1 mit einem Verdichter 10 und einem Motorblock 2, der einen Zylinder und eine Kurbelwelle 23 aufweist. Ein Kolben 21 und eine Pleuelstange 22 sind dem Zylinder 20 zugeordnet. Die Pleuelstange 22 ist mit dem Kolben 21 und der Kurbelwelle 23 verbunden.

Des weiteren ist ein Zylinderkopf 3 vorgesehen, in dem ein Ventiltrieb angeordnet ist mit mindestens einem Einlaßventil 30, einem Auslaßventil 31 und mit jeweils einem dem Einlaßventil 30 zugeordneten Ventilantrieb 32a und mit einem dem Auslaßventil 31 zugeordneten Ventilantrieb 32b. Die Ventilantriebe 32a, 32b umfassen jeweils eine nicht dargestellte Nockenwelle mit einer Übertragungseinrichtung, die den Nockenhub auf das Einlaßventil 30 beziehungsweise auf das Auslaßventil 31 überträgt. In den Zylinderkopf 3 ist ferner ein Einspritzventil 33 eingebracht, das so angeordnet ist, daß der Kraftstoff direkt in den Innenraum des Zylinders 20 zugemessen wird. Als Kraftstoff wird bevorzugt Diesel zugemessen, alternativ kann jedoch auch Benzin zugemessen werden. Wird als Kraftstoff Benzin verwendet, so ist zusätzlich eine Zündkerze in dem Zylinderkopf 3 angeordnet. Die Brennkraftmaschine ist in der Fig. 1 mit einem Zylinder 20 dargestellt. Sie kann jedoch auch mehrere Zylinder umfassen.

Die Brennkraftmaschine umfaßt des weiteren einen Abgastrakt 4 mit einer Turbine 40. Die Turbine 40 ist mechanisch mit dem Verdichter 10 gekoppelt. Ein Bypaßrohr 41 ist mit dem Abgastrakt stromaufwärts und stromabwärts der Turbine 40 verbunden. Ein Bypaßventil 42 ist in dem Bypaßrohr 41 angeordnet. In dem Abgastrakt 4 ist ferner ein Katalysator 43 angeordnet.

Der Verdichter 10 kann alternativ auch mechanisch mit der Kurbelwelle gekoppelt sein. Statt der Turbine 40 und dem Bypaßrohr 41 ist dann eine Bypaßleitung zu dem Verdichter 10 vorgesehen, in der das Bypaßventil 42 angeordnet ist.

Die Brennkraftmaschine hat eine Abgasrückföhr-einrichtung 5 mit einem Abgasrückföhrrohr 50, das von dem Abgastrakt 4 zu dem Ansaugtrakt 1 geföhrt ist. In dem Abgasrückföhrrohr 50 ist ein Abgasrückföhrventil 51 angeordnet. Das Abgasrückföhrventil 51 ist als Hubventil ausgebildet. Es kann jedoch beispielsweise auch als Klappe ausgebildet sein.

Eine Steuereinrichtung 6 für die Brennkraftmaschine ist vorgesehen, der Sensoren zugeordnet sind, die verschiedene MeßgröÖen erfassen und jeweils den Meßwert der MeßgröÖe ermitteln. Die Steuereinrichtung 6 ermittelt abhängig von mindestens einer MeßgröÖe ein oder mehrere Stell-sig-nale, die jeweils ein Stellgerät steuern.

Die Sensoren sind an Pedalstellungsgeber 71, der eine Pedalstellung PV eines Fahrpedals 71 erfäßt, ein Luftmassenmesser 12, der einen Luftmassenstrom m_{FG} erfäßt und ein Drucksensor 13, der einen Ladedruck p_L erfäßt, ein Temperatursensor 14, der eine Ladelufttemperatur T_L erfäßt, ein Drehzahlgeber 24, der eine Drehzahl N der Kurbelwelle 23 erfäßt, und ein Stellungsgeber 52, der den Öffnungsgrad des Abgasrückföhrventils 51 erfäßt. Je nach Ausführungsform der Erfindung können eine beliebige Untermenge der genannten Sensoren oder auch zusätzliche Sensoren vorhanden sein.

BetriebsgröÖen umfassen die MeßgröÖe sowie von diesen abgeleitete GröÖen, wie eine Abgastemperatur, die über ein Kennfeldzusammenhang oder von einem Beobachter ermittelt werden.

Die Stellgeräte umfassen jeweils einen Stellantrieb und ein Stellglied. Der Stellantrieb ist ein elektromotorischer Antrieb, ein elektromagnetischer Antrieb, ein mechanischer oder ein weiterer dem Fachmann bekannter Antrieb. Die Stellglieder sind als Einspritzventile 33, als das Abgasrückföhrventil 51 oder als das Bypaßventil 42 ausgebildet. Der Ladedruck p_L wird von einem Regler, der beispielsweise als PI-Regler ausgebildet ist, geregelt. Dem Regler ist das Bypaßventil 42 als Stellglied zugeordnet.

Die Steuereinrichtung 6 ist vorzugsweise als elektronische Motorsteuerung ausgebildet. Sie kann jedoch auch mehrere Steuergeräte umfassen, die elektrisch leitend miteinander verbunden sind, so zum Beispiel über ein Bussystem.

In Fig. 2 ist ein Blockschaltbild der Funktionsweise der Steuereinrichtung 6 dargestellt. In einem Block B1 wird die zeitliche Ableitung Δp_L des Ladedrucks p_L ermittelt. Die zeitliche Ableitung Δp_L wird durch numerisches Differenzieren des Ladedrucks p_L errechnet. Bevorzugt wird der Ladedruck segmentsynchron ermittelt, das heißt beispielsweise bei einer Vier-Zylinder-Brennkraftmaschine alle 180° Kurbelwellenwinkel, und ein Mittelwert des Ladedrucks aus den Meßwerten des Ladedrucks je eines Arbeitsspiels der Brennkraftmaschine ermittelt. Dies hat den Vorteil, daß Rauschsignalanteile des gemessenen Ladedrucks p_L gedämpft werden, deren Frequenz drehzahlabhängig ist.

In einem Block B2 wird ein Massenstrom m_{CYL} in den Zylinder 20 abhängig von der Drehzahl N und dem Lade-

druck p_L ermittelt. Ein erstes Kennfeld ist vorgesehen, aus dem der Massenstrom \dot{m}_{CYL} abhängig von der Drehzahl N und dem Ladedruck p_L ermittelt wird. Das erste Kennfeld ist an einem Motorprüfstand ermittelt und in einem Speicher fest abgespeichert.

Die Zustandsgleichung idealer Gase unter Berücksichtigung der Massenstrombilanz in dem Ansaugtrakt 1 ist in der in einem Block B2 angegebenen Beziehung nach einem Istwert \dot{m}_{EGR_AV} des rückgeführten Abgasmassenstroms aufgelöst. Der Istwert \dot{m}_{EGR_AV} des rückgeführten Abgasmassenstroms wird gemäß dem Block B3 abhängig von dem Volumen V des Ansaugtraktes 1 der allgemeinen Gaskonstante R , der Ladelufttemperatur T_L , der zeitlichen Ableitung Δp_L des Ladedrucks p_L , dem Luftmassenstrom \dot{m}_{FG} und dem Massenstrom \dot{m}_{CYL} in den Zylinder 20 ermittelt. Dies hat den Vorteil, daß auch im instationären Betrieb der Brennkraftmaschine, so zum Beispiel bei stark zeitlich variierendem Ladedruck p_L , ein sehr genauer Istwert \dot{m}_{EGR_AV} des rückgeführten Abgasmassenstroms berechnet wird.

In einem Block B4 wird ein gewünschtes indiziertes Drehmoment TQI_REQ abhängig von dem Pedalwert PV und der Drehzahl N ermittelt. In einem Block B5 wird aus einem zweiten Kennfeld ein Sollwert \dot{m}_{EGR_SP} des rückgeführten Abgasmassenstroms abhängig von dem gewünschten indizierten Drehmoment TQI_REQ und der Drehzahl N ermittelt.

Ein Block B6 umfaßt einen PI-Regler oder einen PID-Regler oder auch einen nichtlinearen Regler, dessen Regelgröße der rückgeführte Abgasmassenstrom ist und dem demnach die Differenz des Sollwertes \dot{m}_{EGR_SP} und des Istwertes \dot{m}_{EGR_AV} des rückgeführten Abgasmassenstroms zugeführt wird. Der Regler erzeugt ein Stellsignal für den Sollwert $ERGV_SP$ des Öffnungsgrades des Abgasrückführventils 51, der einem nicht dargestellten und an sich bekannten Lageregler des Abgasrückführventils zugeführt wird.

In einer alternativen Ausführungsform der Erfindung (Fig. 3) wird in einem Block B7 ein Istwert einer Abgasrückführrate $REGR_AV$ nach der Beziehung

$$R_{EGR_AV} = \frac{\dot{m}_{EGR_AV}}{\sum \dot{m}_{EGR_AV} + \dot{m}_{FG}} \quad (40)$$

berechnet. In einem Block B5' wird dann aus einem dritten Kennfeld abhängig von dem gewünschten Drehmoment TQI_REQ und der Drehzahl N ein Sollwert $REGR_SP$ der Abgasrückführrate ermittelt. Ein Block B6' umfaßt wie der Block B6 einen Regler mit dem Unterschied, daß die Regelgröße die Abgasrückführrate ist. Die Abgasrückführrate kann in diesem Ausführungsbeispiel auch im instationären Betrieb der Brennkraftmaschine sehr schnell und präzise eingestellt werden, da der Luftmassenstrom \dot{m}_{FG} direkt von dem Luftmassenmesser 12 erfaßt wird und der Istwert \dot{m}_{EGR_AV} des rückgeführten Abgasmassenstroms in dem Block B3 sehr genau ermittelt wird.

Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist, daß der tatsächlich rückgeführte Abgasmassenstrom berechnet wird und zwar auch in einem instationären Betrieb sehr genau. Abweichungen von dem Sollwert des rückgeführten Abgasmassenstroms oder der Abgasrückführrate werden sehr schnell und genau ausgeglichen.

Kennfelder sind durch stationäre Messungen an einem Motorprüfstand oder in Fahrversuchen ermittelt.

Die Erfindung ist nicht auf das beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. Es ist beispielsweise unwesentlich, ob die Steuereinrichtung als eine fest-verdrahtete Schaltungsanordnung realisiert ist oder in Form eines Programmes von einem Mikroprozessor einer Motorsteuerung

abgearbeitet wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einem Drehzahlgeber (24), der die Drehzahl (N) einer Kurbelwelle erfaßt, und mit einem Ansaugtrakt (1), in dem ein Verdichter (10), ein Luftmassenmesser (12), der einen Luftmassenstrom (\dot{m}_{FG}) erfaßt, ein Drucksensor (13), der den Ladedruck (p_L) in dem Ansaugtrakt (1) erfaßt, und ein Temperatursensor (14), der die Ladelufttemperatur (T_L) erfaßt, angeordnet sind, und mit einem Abgasrückführventil (51) in einer Abgasrückföhreinrichtung (5), dadurch gekennzeichnet,

- daß ein Sollwert (\dot{m}_{EGR_SP}) eines rückgeführten Abgasmassenstroms abhängig von mindestens einer Betriebsgröße ermittelt wird,
- daß ein Istwert (\dot{m}_{EGR_AV}) des rückgeführten Abgasmassenstroms berechnet wird nach der Beziehung

$$\dot{m}_{EGR} = \frac{V}{R \cdot T_L} \cdot \Delta p_L - \dot{m}_{FG} + \dot{m}_{CYL}$$

wobei R , die Gaskonstante der Ladeluft ist, V das Volumen des Ansaugtraktes (1) stromabwärts des Verdichters (10) und \dot{m}_{CYL} ein Massenstrom in einen Zylinder (20) der Brennkraftmaschine ist, der aus einem Kennfeld abhängig von dem Ladedruck (p_L) und der Drehzahl (N) ermittelt wird und Δp_L die zeitliche Ableitung des Ladedrucks (p_L) ist, die durch numerisches Differenzieren des gemessenen Ladedrucks (p_L) ermittelt wird, und

- daß ein Stellsignal für das Abgasrückführventil (51) abhängig von dem Sollwert (\dot{m}_{EGR_SP}) und dem Istwert (\dot{m}_{EGR_AV}) des rückgeführten Abgasmassenstroms ermittelt wird.

2. Verfahren zum Steuern einer Brennkraftmaschine mit einem Drehzahlgeber (24), der die Drehzahl (N) einer Kurbelwelle (23) erfaßt, und mit einem Ansaugtrakt (1), in dem ein Verdichter (10), ein Luftmassenmesser (12), der den Luftmassenstrom (\dot{m}_{FG}) erfaßt, ein Drucksensor (13), der den Ladedruck (p_L) in dem Ansaugtrakt (1) erfaßt, und ein Temperatursensor (14), der die Ladelufttemperatur (T_L) erfaßt, angeordnet sind, und mit einem Abgasrückführventil (51) in einer Abgasrückföhreinrichtung (5), dadurch gekennzeichnet,

- daß ein Sollwert ($REGR_SP$) einer Abgasrückführrate abhängig von mindestens einer Betriebsgröße ermittelt wird,
- daß ein Istwert (\dot{m}_{EGR_AV}) des rückgeführten Abgasmassenstroms berechnet wird nach der Beziehung

$$\dot{m}_{EGR} = \frac{V}{R \cdot T_L} \cdot \Delta p_L - \dot{m}_{FG} + \dot{m}_{CYL}$$

wobei R , die Gaskonstante der Ladeluft ist, V das Volumen des Ansaugtraktes (1) stromabwärts des Verdichters (10) und \dot{m}_{CYL} ein Massenstrom in einen Zylinder (20) der Brennkraftmaschine ist, der aus einem Kennfeld abhängig von dem Ladedruck (p_L) und der Drehzahl (N) ermittelt wird und Δp_L die zeitliche Ableitung des Ladedrucks (p_L) ist, die durch numerisches Differenzieren des gemessenen Ladedrucks (p_L) ermittelt wird,

- daß ein Istwert (R_{EGR_SP}) der Abgasrückführ-
rate abhängig von dem rückgeführten Abgasmas-
senstrom und dem Luftmassenstrom ermittelt
wird und
 - daß ein Stellsignal für das Abgasrückführventil 5
(51) abhängig von dem Sollwert (m_{EGR_SP}) und
dem Istwert (m_{EGR_AV}) der Abgasrückführrate er-
mittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die gemessene Ladelufttemperatur (T_L) 10
abhängig von dem Luftmassenstrom (m_{FG}) und dem
Istwert (m_{EGR_AV}) des rückgeführten Abgasmassen-
stroms korrigiert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekenn-
zeichnet, daß der Massenstrom (m_{CYL}) in den Zylinder 15
(20) aus dem Kennfeld zusätzlich abhängig von einem
Ventilhubverlauf der Gaswechselventile (30, 31) ermit-
telt wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen 20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG 1

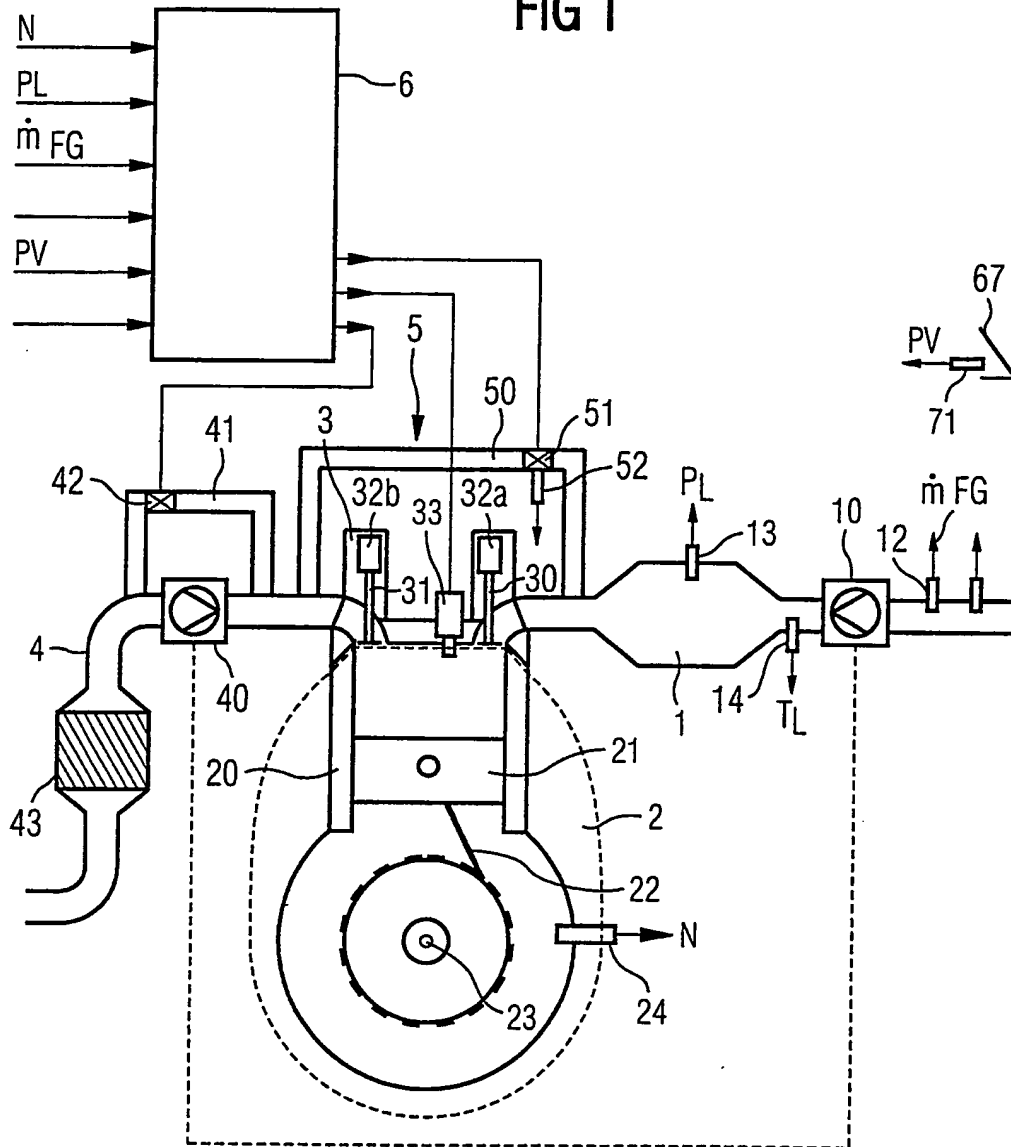


FIG 2

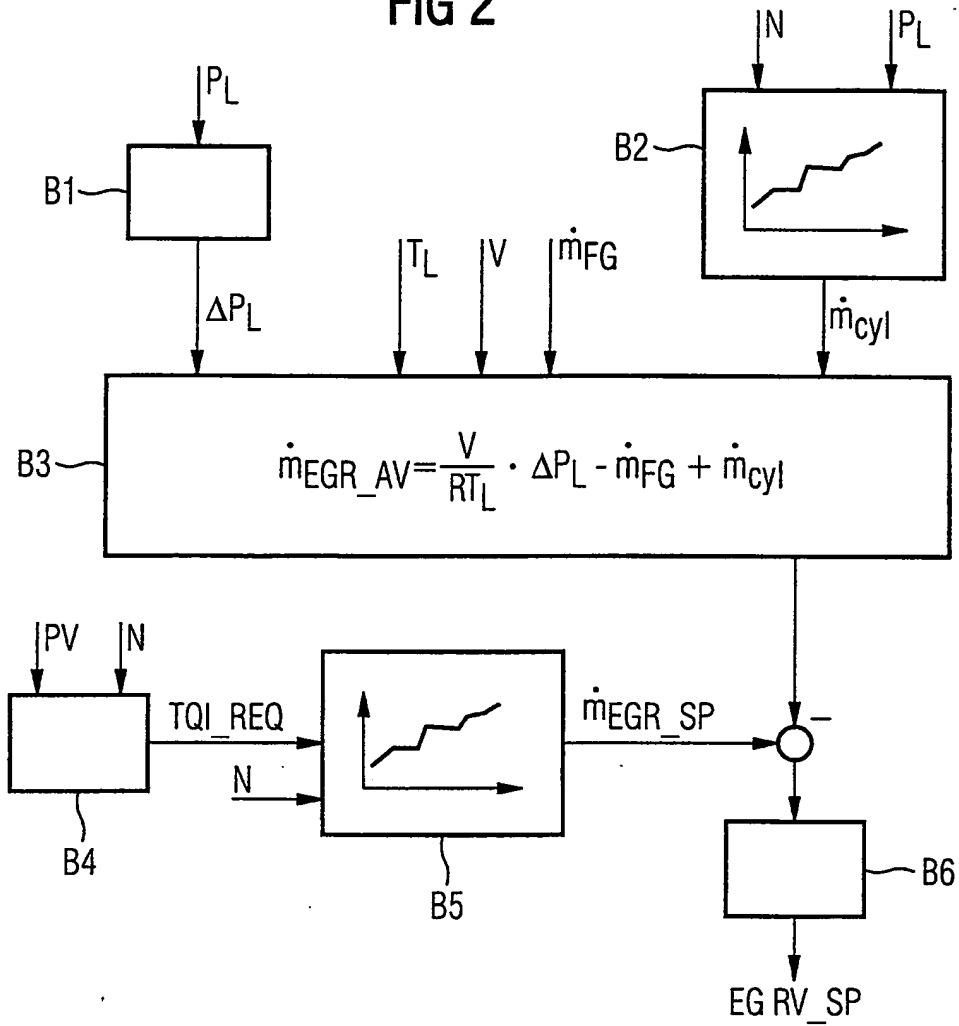


FIG 3

